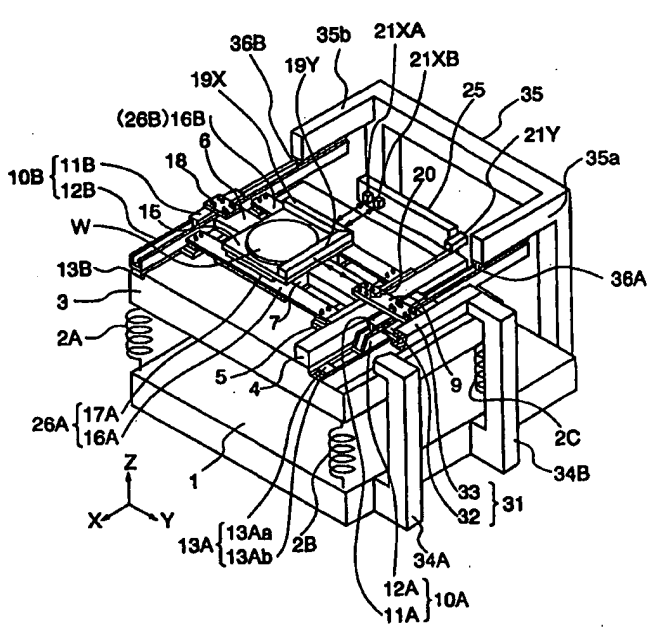




PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類6 G12B 5/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO99/16080</p> <p>(43) 国際公開日 1999年4月1日(01.04.99)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP98/04264</p> <p>(22) 国際出願日 1998年9月22日(22.09.98)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平9/256681 1997年9月22日(22.09.97) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP] 〒100-0005 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 原 英明(HARA, Hideaki)[JP/JP] 岩田直彦(IWATA, Naohiko)[JP/JP] 〒100-0005 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社 ニコン内 Tokyo, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 井上義雄, 外(INOUE, Yoshio et al.) 〒103-0027 東京都中央区日本橋3丁目1番4号 画廊ビル3階 Tokyo, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(54)Title: STAGE DRIVING METHOD, STAGE DEVICE AND EXPOSURE DEVICE</p> <p>(54)発明の名称 ステージ駆動方法、ステージ装置、及び露光装置</p> <p>(57) Abstract</p> <p>A stage device, which is hard to generate moments and deformation when suppressing vibration accompanying the driving of a movable section. A surface plate is supported through a vibrationproof plate on a base, and an X stage composed of a Y guide bar conveying body, a Y guide bar or the like is arranged on the surface plate so as to be movable along an X guide bar and driven through an X-axis linear motor in an X direction. A stator of the X-axis linear motor is supported on the surface plate to be movable through a translation guide in the X direction so that an X braking member mounted to a braking frame fixed to the base imparts to the stator a braking force which cancels a reaction force when the X stage is driven.</p> 		

可動部の駆動に伴う振動を抑制する際にモーメントや変形を発生しにくいステージ装置を提供することを目的とする。

ベース上に防振台を介して定盤を支持し、この定盤上にXガイドバーに沿って移動自在に、Yガイドバー搬送体、Yガイドバー等からなるXステージを配置し、このXステージをX軸リニアモータを介してX方向に駆動する。X軸リニアモータの固定子を定盤上に直動ガイドを介してX方向に移動できるように支持し、ベースに固定された制動フレームに取付けられたX制動部材によって、固定子に対してそのXステージを駆動する際の反力を打ち消すような制動力を与える。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SG シンガポール
AL アルバニア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SI スロヴェニア
AM アルメニア	FR フランス	LR リベリア	SK スロヴァキア
AT オーストリア	GA ガボン	LS レソト	SL シェラ・レオネ
AU オーストラリア	GB 英国	LT リトアニア	SN セネガル
AZ アゼルバイジャン	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SZ スワジランド
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE グルジア	LV ラトヴィア	TD チャード
BB バルバドス	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BE ベルギー	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BF ブルキナ・ファソ	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BG ブルガリア	GW ギニア・ビサウ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR トルコ
BJ ベナン	GR ギリシャ	共和国	TT トリニダード・トバゴ
BR ブラジル	HR クロアチア	マリ	UA ウクライナ
BY ベラルーシ	HU ハンガリー	ML モンゴル	UG ウガンダ
CA カナダ	ID インドネシア	MN モンゴリア	US 米国
CF 中央アフリカ	IE アイルランド	MR マラウイ	UZ ウズベキスタン
CG コンゴ	IL イスラエル	MW メキシコ	VN ヴェトナム
CH スイス	IN インド	NE ニジェール	YU ユーゴスラビア
CI コートジボアール	IS アイスランド	NL オランダ	ZA 南アフリカ共和国
CM カメルーン	IT イタリア	NO ノルウェー	ZW ジンバブエ
CN 中国	JP 日本	NZ ニュージーランド	
CU キューバ	KE ケニア	PL ポーランド	
CY キプロス	KG キルギスタン	PT ポルトガル	
CZ チェッコ	KP 北朝鮮	RO ルーマニア	
DE ドイツ	KR 韓国	RU ロシア	
DK デンマーク	KZ カザフスタン	SD スーダン	
EE エストニア	LC セントルシア	SE スウェーデン	

明 細 書

ステージ駆動方法、ステージ装置、及び露光装置

技術分野

- 5 本発明は、加工対象物を精密位置決めするための防振機能付きのステージ装置及びその駆動方法に関し、例えば半導体素子、液晶表示素子、若しくは薄膜磁気ヘッド等を製造するためのリソグラフィ工程でマスクパターンをウエハ等の基板上に転写するために使用される露光装置、又は精密工作機械や精密測定器等に使用して好適なものである。

10

背景の技術

- 例えば半導体素子等を製造する際に、マスクとしてのレチクルのパターンを感光基板としてのレジストが塗布されたウエハ（又はガラスプレート等）上に転写するために、従来は主にステッパ方式の縮小投影型の露光装置が使用されていた。斯かる一括露光型の露光装置には、ウエハの各ショット領域を所定の露光位置に移動させる装置として、直交する2方向にステッピング可能なウエハステージが用いられている。

- 15 最近は、レチクルとウエハとを投影光学系に対して同期走査して露光を行うステップ・アンド・スキャン方式の縮小投影型の露光装置も注目されている。このような走査露光型の露光装置では、直交する2方向にそれぞれステッピングを行い、且つ走査方向に一定速度で連続移動を行うウエハステージと共に、走査方向に一定速度で連続移動可能で非走査方向に微少量移動可能で、且つ移動面に垂直な軸の周りに微少角度回転可能なレチクルステージが使用されている。

- 25 そして、これらのステージを含む露光装置本体は床からの振動を遮断するために、弾性の大きい空気ばねやコイルばねと、減衰器としてのオ

イルダンパとより構成される防振台を介して支持されるのが一般的である。

第 1 2 図は、従来の露光装置用のウエハステージの概略構成を示し、この第 1 2 図において、ベース 7 0 上に複数の防振台 7 1 A, 7 1 B を介して定盤 7 2 が支持されており、定盤 7 2 上に第 1 2 図の紙面に平行な方向（これを X 方向とする）に沿って移動自在に X ステージ 7 3 が載置されている。X ステージ 7 3 は、定盤 7 2 上に固定された駆動モータ 7 4 によって送りねじ 7 5 を介して X 方向に駆動され、X ステージ 7 3 上に X 方向に直交する Y 方向に送りねじ方式で駆動される Y ステージ 7 6 が載置されている。

この場合、X ステージ 7 3 の X 方向への駆動を開始する際には、X ステージ 7 3 に例えば実線の矢印で示す推力 F が作用し、駆動モータ 7 4 を介して定盤 7 2 側には反作用として点線の矢印で示す反力 $-F$ が作用する。従って、そのままでは定盤 7 2 はその反作用の方向に変位して振動が生じてしまう。そこで、従来は例えば特開昭 5 8 - 6 8 1 1 8 号公報に開示されているように、ベース 7 0 上に定盤 7 2 に対して X 方向への制動力 D を付与するためのアクチュエータ 7 7 を設置し、X ステージ 7 3 の加減速時に定盤 7 2 に働く反作用と同じ大きさで方向が反対の力をアクチュエータ 7 7 から定盤 7 2 に与える（即ち、制動力 D を推力 F と等しくする）ことによって、定盤 7 2 の振動を防止する方法が提案されている。

また、駆動モータとしてリニアモータが使用されている場合に、リニアモータを駆動する際にその固定子を介して定盤側に反作用が働くのを防止するために、そのリニアモータの固定子をベース 7 0（床）側で固定する方法が米国特許（USP）第 5, 5 2 8, 1 1 8 号明細書に開示されている。

上記の如き従来の技術において、第12図に示すように、定盤72にアクチュエータ77を介して制動力を付与する方法では、定盤72（駆動モータ74）に働く反力 F の位置と、アクチュエータ77から定盤72に付与される制動力 D の位置とが大きく異なるために、この定盤72を回転、又は変形させるようなモーメントや変形力が発生する。これらのモーメントや変形力の内の大きい振幅成分は、防振台71A、71Bの空気ばね（又はコイルばね）等が変形する振動モードを引き起こすが、この振動は防振台71A、71B自体によってかなりの程度まで低減される。しかしながら、残存する小さい振幅の振動が、半導体露光装置のように数nm程度の安定性を要求される用途においては無視できない量となりつつある。

また、そのように反力 F の位置と制動力 D の位置とが大きく異なる構造で、残存する小さい振幅の振動をできるだけ少なくするためには、Xステージ73の駆動モータ74と外部から制動力を付与するためのアクチュエータ77との駆動特性がほぼ完全に一致していることが望ましい。その駆動特性とは、主に推力指令値に対する発生推力の大きさの直線性や、推力指令が発せられてからその推力が発生するまでの時間遅れである。しかしながら、第12図の方式では駆動モータ74とアクチュエータ77とは機構が大きく異なるために、その駆動特性をほぼ完全に一致させることは困難であり、その小さい振幅の振動を低減させることは困難であった。

また、従来の技術の内ではリニアモータの固定子をベース側で固定する方法は、前者のように定盤や露光装置本体部を変形させる振動モードを励起することはないが、制動機構が大掛かりになりステージ装置が全体として大型化すると共に、ステージ装置に備えられる測長系やセンサ等の配置に大きな制約を与えるという不都合がある。

- また、第 1 2 図の従来のステージ装置では、Xステージ 7 3（駆動モータ 7 4）の位置は第 1 2 図の紙面に垂直な方向（Y 方向）では一定であるため、Xステージ 7 3 の位置（X 座標）が変化してもアクチュエータ 7 7 によりその加減速時の振動を或る程度は抑制できる。一方、Y
- 5 ステージ 7 6 については、Xステージ 7 3 の位置が変化するのに追従してその X 方向の位置が変化してしまうために、Xステージ 7 3 の位置に依らずに Yステージ 7 6 の加減速時の振動を抑制するためには、Xステージ 7 3 上に制振機構を設ける必要がある。しかしながら、このように X
- 10 ステージ 7 3 上に制振機構を設けると、Xステージ 7 3 が大型化すると共に、Xステージ 7 3 の駆動特性が悪化する等の不都合がある。

発明の開示

- 本発明は斯かる点に鑑み、可動部の駆動に伴う振動を抑制する際にモーメントや変形力等を発生しにくいステージ駆動方法、並びにこの駆動
- 15 方法を使用するステージ装置及び露光装置を提供することを第 1 の目的とする。

更に本発明は、大型の制振機構を使用することなく可動部の駆動に伴う振動を大きく低減できるステージ駆動方法、並びにこの駆動方法を使用するステージ装置及び露光装置を提供することを第 2 の目的とする。

- 20 更に本発明は、交差する 2 方向に可動部を駆動する場合に、一方の移動方向で生じる振動を他方の移動方向にはあまり影響を与えることなく抑制できるステージ装置及び露光装置を提供することを第 3 の目的とする。

- 本発明によるステージ駆動方法は、定盤上に所定方向に移動自在に設置された可動テーブルを、定盤に対してその所定方向に非接触型駆動手段を用いて駆動するステージ駆動方法であって、その非接触型駆動手段
- 25

の固定子が定盤に対して移動自在に支持された状態で、その可動テーブルにその所定方向に推力を与えるときにその固定子に対して制動力を与えるものである。

- 斯かる本発明において、その非接触型駆動手段としては、可動子及び固定子よりなるリニアモータ、又はローレンツ力よりなる推力を発生する駆動装置等の、電磁力によって非接触で制動力を与える各種装置が使用できる。そして、その可動テーブル上にウエハ等の加工対象物が載置される。そして、その非接触型駆動手段によってその可動テーブルを駆動する際には、固定子に発生する反作用（反力）を相殺するようにその制動部材からその固定子に対して制動力を与える。この際に、反作用と制動力とはほぼ同一直線上に作用するため、モーメントや変形力等が発生しにくいと共に、反作用と制動力とのタイミングや大きさが多少ずれても、固定子は定盤に対して移動自在であるため、定盤等に回転等を引き起こすような力が作用することがない。なお、上記のような制動力は、例えばリニアモータ、ローレンツ力を利用した駆動装置等を利用することで、電磁力によって非接触で与えることができる。

この場合、その可動テーブルの位置及び移動速度の指令値に基づいて、フィードフォワード系で、その固定子に対して制動力を与えるようにしてもよい。これによって応答速度が速くなる。

- この場合、その固定子のその定盤に対する相対的な位置ずれを、その非接触型駆動手段が動作していないときに補正することができる。

- また、上記のステージ駆動方法は、その可動テーブルに対してその所定方向に交差する第2の方向に移動自在に設置された第2の可動テーブルをその可動テーブルに対して第2の方向に第2の非接触型駆動手段を用いて駆動する際に、その可動テーブルとともにその所定方向に移動する可動部材に対してこの可動部材の所定方向での移動範囲に亘ってその

第2の方向への制動力を与えるものとすることができる。

- 斯かるステージ駆動方法によれば、可動テーブル（以下「第1の可動テーブル」）の所定方向（以下「第1の方向」）の位置を変化させることにより、その第2の可動テーブルの第1の方向の位置も変化する。本
- 5 発明では、その第1の可動テーブルに可動部材が取り付けられ、この可動部材に外部からその第2の方向への制動力を与えることによって、その第1の可動テーブルの動きに殆ど影響を与えることなく、その第2の可動テーブルのその第2の方向への振動を抑制できる。

- 次に、本発明によるステージ装置は、定盤と、この定盤に対して所定
- 10 方向に移動自在に設置された可動テーブルと、その定盤に対してその可動テーブルをその所定方向に駆動する非接触型駆動手段と、その非接触型駆動手段の固定子をその定盤に対してその所定方向に移動自在に支持する支持手段と、所定のベースに設けられ、その固定子に対して制動力を与える制動部材とを備える。

- 15 斯かる本発明によれば、その可動テーブルを駆動する際には、固定子に発生する反作用（反力）を相殺するようにその制動部材からその固定子に対して制動力を与えることで、本発明のステージ駆動方法が使用できる。この際に、反作用と制動力とはほぼ同一直線上に作用するため、モーメントや変形力等が発生しにくいと共に、反作用と制動力とのタイ
- 20 ミングや大きさが多少ずれても、固定子は定盤に対して移動自在であるため、定盤等に回転等を引き起こすような力が作用することがない。従って、その制動部材の駆動特性がその非接触型駆動手段の駆動特性と異なっても差し支えない。この意味で、その制動部材としては、電磁式の能動的な制動部材の他に、ボールジョイントや粘弾性体方式の継ぎ手等
- 25 の受動的な制動部材を使用してもよい。

即ち、前者のように能動的な制動部材を使用する場合には、一例とし

てその非接触型駆動手段の固定子は、定盤に対してその所定方向に直交する方向には移動しないように支持されており、そのベースに設けられた制動部材は、そのベース上に設けられたフレームと、このフレームに取り付けられその非接触型駆動手段の固定子に対して電磁力よりなる制動力を与える推力発生器と、を有し、その推力発生器は、その非接触型駆動手段を介してその可動テーブルを駆動する際に固定子に作用する反力を実質的に相殺する推力をその制動力として発生するものである。この場合、大型の制振機構を使用することなく能動的に、その可動部の駆動に伴う振動を大きく低減できる利点がある。

- 5 10 一方、後者のように受動的な制動部材を使用する場合には、一例としてその非接触型駆動手段の固定子は、定盤に対してその所定方向に直交する方向には移動しないように支持されており、そのベースに設けられた制動部材は、そのベースに設けられたフレームと、このフレームに取り付けられその非接触型駆動手段の固定子に対して機械的な制動力を与える受動的制動器と、を有するものである。この場合、大型の制振機構
15 を使用することなく受動的な安価な制動機構によって、その可動部の駆動に伴う振動を大きく低減できる利点がある。

- また、上記ステージ装置は、その可動テーブルに対してその所定方向に交差する第2の方向に移動自在に設置された第2の可動テーブルと、
20 その可動テーブルに対してこの第2の可動テーブルをその第2の方向に駆動する第2の非接触型駆動手段と、その可動テーブルに取り付けられてこの可動テーブルと共にその所定方向に移動する可動部材と、所定のベース上に固定されてその可動部材のその第1の方向での移動範囲に亘ってその可動部材に対してその第2の方向への推力を与える制動部材と
25 をさらに備えたものとすることができる。

斯かるステージ装置によれば、その第2の可動テーブル上にウエハ等

の加工対象物が載置され、その第2の可動テーブルの位置は2次元的に変化する。即ち、その可動テーブル（以下「第1の可動テーブル」）の所定方向（以下「第1の方向」）の位置が変化するのに追従して、その第2の可動テーブルの第1の方向の位置も変化する。本発明では、その

5 第1の可動テーブルに可動部材が取り付けられ、この可動部材に外部からその第2の方向への制動力を与えることによって、その第1の可動テーブルの動きに殆ど影響を与えることなく、その第2の可動テーブルのその第2の方向への振動を抑制できる。

この場合、その制動部材の一例は、第1の可動部材のその第1の方向

10 での全移動範囲に亘って第1の可動部材に対向するように配置された固定部材を有し、第1の可動部材と固定部材との間に、その非接触型駆動手段を介してその第2の可動テーブルを駆動する際に第1の可動部材に作用する反力を実質的に相殺する推力を発生するものである。これによって、能動的にその第2の方向への振動が抑制される。すなわち、交差

15 する2方向に可動部を駆動する場合に、一方の移動方向で生じる振動を他方の移動方向にはあまり影響を与えることなく抑制できる利点がある。また、第2の可動テーブル（可動部）の駆動に伴う振動を抑制する際にモーメントや変形力等を発生しにくい利点もある。

この場合、制動部材は、可動部材の第1の方向での全移動範囲に亘ってその可動部材に対向するように配置された固定部材を有し、その可動部材とその固定部材との間に、非接触型駆動手段を介して第2の可動テーブルを駆動する際にその可動部材に作用する反力を実質的に相殺する推力を発生する場合には、その可動部材のその第1の方向での位置が変化しても、常に同じ状態でその可動部材をその第2の方向へ駆動する際

20 の振動を低減できる利点がある。

25

以上のようなステージ駆動方法やステージ装置は、露光装置のステー

- ジに適用することができる。例えば、上記のようなステージ装置をレチクルステージとする露光装置の場合、このステージ装置上に載置された基板に、照明されたマスクに形成されたパターンを投影レンズを介して投影する。また、上記のようなステージ装置をマスクステージとする露
- 5 光装置の場合、このステージ装置上に載置されたマスクを照明し、このマスクに形成されたパターンを投影レンズを介して基板ステージ上の基板に投影する。

図面の簡単な説明

- 10 第1図は、本発明の実施形態の一例で使用する投影露光装置を示す概略構成図である。

第2図は、第1図の投影露光装置のウエハステージを示す一部を切り欠いた斜視図である。

- 15 第3A図は、第1図のY制動モータを示す一部を切り欠いた平面図である。

第3B図は、第3A図のY制動モータの側面図である。

第4A図は、そのY制動モータの変形例を示す平面図である。

第4B図は、第4A図のY制動モータの側面図である。

- 20 第5図は、その実施形態の一例におけるステージ系、及び制動機構の制御系を示すブロック図である。

第6図は、第2図のウエハステージを-Y方向に見た簡略化した側面図である。

第7図は、X軸の制動機構の第2実施形態の要部を示す側面図である。

第8図は、X軸の制動機構の第3実施形態の要部を示す側面図である。

- 25 第9図は、X軸の制動機構の第4実施形態の要部を示す側面図である。

第10図は、X軸の制動機構の第5実施形態の要部を示す側面図であ

る。

第 1 1 図は、別の実施形態のステージ装置を組み込んだ露光装置の構造を説明する図である。

第 1 2 図は、従来のステージ装置を簡略化して示す構成図である。

5

実施形態

以下、本発明の第 1 の実施形態につき第 1 図～第 6 図を参照して説明する。本例は、半導体素子製造用の投影露光装置のウエハステージに本発明を適用したものである。

- 10 第 1 図は、本例の投影露光装置の概略構成を示し、第 2 図はその投影露光装置のウエハステージの構成を示している。先ず、第 1 図において、平板状のベース 1 上に 4 箇所の防振台 2 A～2 D（2 C，2 D は図面上では現れていない）を介して矩形の平板状の定盤 3 が支持されている。防振台 2 A，2 B 等は、それぞれ弾性の大きい空気ばね（又はコイルばね）と、振動減衰器としてのオイルダンパとより構成され、防振台 2 A，
15 2 B 等によって床からの振動が定盤 3 側に伝わらないようになっている。また、定盤 3、及びこの上の投影露光装置の機構部の全体としての共振周波数は数 Hz 程度である。定盤 3 の表面は極めて平面度の良好な平面であり、その表面は静止状態でほぼ水平面に平行に保持されており、以下、定盤 3 の表面上で第 1 図の紙面に垂直な方向に X 軸、第 1 図の紙面に平行な方向に Y 軸を取り、定盤 3 の表面に垂直な方向に Z 軸を取って
20 説明する。

- この場合、定盤 3 の表面に X 方向に沿って、X ステージのための案内面が設けられた X ガイドバー 4 が固定されている。また、X ガイドバー
25 4 及び定盤 3 の表面に沿って X 方向に移動自在に第 1 の Y ガイドバー搬送体 5 が配置され、定盤 3 の表面に沿って Y ガイドバー搬送体 5 と平行

にX方向に移動自在に第2のYガイドバー搬送体8が配置され、Yガイドバー搬送体5及び8を連結するようにY方向に沿ってYステージのための案内面が設けられたYガイドバー6が架設され、Yガイドバー搬送体5、8、及びYガイドバー6より可動テーブルであるXステージが構成されている。

この場合、第1のYガイドバー搬送体5の底面、及び外側面にはそれぞれエアベアリングを構成する空気噴出部が設けられている。更に、これらの空気噴出部の近傍には磁石あるいは真空ポケット等の予圧機構が組み込まれており、第1のYガイドバー搬送体5は、定盤3の表面及びXガイドバー4の側面にそれぞれ一定の間隔を保ちつつZ方向及びY方向に拘束されて、X方向に移動できる。同様に、第2のYガイドバー搬送体8の底面にもエアベアリングを構成する空気噴出部、及び磁石あるいは真空ポケット等の予圧機構が組み込まれており、Yガイドバー搬送体8も定盤5の上面に一定の間隔を保ちつつ拘束されて、X方向に移動できる。

また、Yガイドバー搬送体5と共にXガイドバー4を挟むように、定盤3の上にX方向に沿って非接触駆動手段であるX軸リニアモータ10Aが配置され、X軸リニアモータ10AとYガイドバー搬送体5とはXガイドバー4を跨ぐように架設された連結部材9を介して連結されている。更に、X軸リニアモータ10Aは、連結部材9側のコイルを備えた可動子11Aと、定盤3側の極性が交互に反転する複数の永久磁石を配列してなる固定子12Aとから構成され、固定子12Aと定盤3の表面との間に直動ガイド13Aが介装されている。第2図に、固定子12Aの一部を切り欠いて示すように、直動ガイド13Aは、定盤3上に固定されたレール13Abと、この上を小さい多数のボールベアリングを介してX方向に摺動できる複数の摺動部材13Aaとから構成され、摺動

部材 1 3 A a は固定子 1 2 A の底面に接着等によって固定されている。
なお、直動ガイド 1 3 A としては、静圧気体軸受け方式のガイド等を使用してもよい。

第 1 図に戻り、Y ガイドバー 6 の左端部に連結部材 1 8 を介して、X
5 方向に配列された X 軸リニアモータ非接触駆動手段である 1 0 B が連結
され、X 軸リニアモータ 1 0 B は、連結部材 1 8 側のコイルを備えた可
動子 1 1 B と、定盤 3 側の複数の永久磁石を配列してなる固定子 1 2 B
とから構成され、固定子 1 2 B と定盤 3 の表面との間に、固定子 1 2 B
を X 方向に前後に摺動できる直動ガイド 1 3 B が介装されている。即ち、
10 本例の 2 軸の X 軸リニアモータ 1 0 A, 1 0 B の固定子 1 2 A, 1 2 B
はそれぞれ支持手段である直動ガイド 1 3 A, 1 3 B によって、Y 方向
には変位できないように拘束されると共に、X 方向には摺動できるよう
に支持されている。この場合、固定子 1 2 A, 1 2 B には後述の X 方向
の制動部材より駆動の際の反力（反作用）を相殺するような制動力が付
15 与される。また、X 軸リニアモータ 1 0 A, 1 0 B は並列にムービング
コイル方式で X 方向に X ステージを駆動する。

第 2 図において、Y ガイドバー 6 を X 方向に挟むように、この Y ガイ
ドバー 6 の側面に数 μm の隙間をあけて 1 対の X 方向拘束ベアリング部
材 7 が配置され、X 方向拘束ベアリング部材 7 の底面に Z 浮上ベアリン
20 グ板 1 4（第 1 図参照）が固定され、X 方向拘束ベアリング部材 7 の上
面に試料台 1 5 が固定され、試料台 1 5 上に不図示のウエハホルダを介
してレジストが塗布された露光対象のウエハ W が保持されている。本例
では、1 対の X 方向拘束ベアリング部材 7、Z 浮上ベアリング板 1 4、
及び試料台 1 5 より Y ステージが構成されている。

25 この場合、Z 浮上ベアリング板 1 4 の底面（定盤 3 との対向面）には
エアベアリングを構成する空気噴出部と、真空ポケットや磁石等の予

圧装置とが3組以上組み込まれており、エアーベアリング方式で非接触にYステージの重量が支えられている。また、1対のX方向拘束ベアリング7はそれぞれYガイドバー6に向かって空気を噴出し、両方が発生する空気圧の釣り合いでそのYステージをYガイドバー6に一定のギャップを保ちつつ非接触でX方向に関し拘束する。これによって、そのYステージは、X方向、及びZ方向に非接触に拘束された状態で、Yガイドバー6に沿ってY方向に移動できる。

そのYステージの駆動用として、1対のX方向拘束ベアリング部材7の両側にYガイドバー搬送体5及び8（第1図参照）を連結するように、Y方向に平行に1対のそれぞれコイルを備えた固定子16A及び16Bが設置され、+X方向側のX方向拘束ベアリング部材7の外面に固定子16Aを挟むようにコの字型の複数の永久磁石を備えた可動子17Aが固定され、-X方向側のX方向拘束ベアリング部材7の外面に固定子16Bを挟むように複数の永久磁石を備えた可動子（不図示）が固定されている。そして、固定子16A、16Bと対応する可動子17A等とより2軸のムービングマグネット方式のY軸リニアモータ26A及び26Bが構成され、これらのY軸リニアモータ26A及び26BによってそのYステージはY方向に駆動される。

第2図において、Yステージ中のX方向拘束ベアリング部材7の上部の試料台15は、Z方向の位置（フォーカス位置）、並びにX軸及びY軸の周りの傾斜角の補正が可能であり、試料台15上の-X方向の端部、及び+Y方向の端部にそれぞれX軸の移動鏡19X、及びY軸の移動鏡19Yが固定されている。また、定盤3の-X方向の側面に固定された支持部材25に取り付けられた2軸のX軸のレーザ干渉計21XA及び21XBから移動鏡19XにX軸に平行にレーザビームが照射され、レーザ干渉計21XA及び21XBによって移動鏡19X（試料台15）

のX座標XW1, XW2が計測されている。例えば一方のX座標XW1が試料台15のX座標となり、2つのX座標XW1, XW2の差分から試料台15の回転角が算出される。

また、支持部材25に取り付けられたY軸のレーザ干渉計21Yからのレーザビームが、支持部材25に取り付けられた不図示の光学系支持フレームに取り付けられたミラー20で反射されて、Y軸に平行に移動鏡19Yに照射され、レーザ干渉計21Yによって移動鏡19Y（試料台15）のY座標YWが計測されている。

第1図に戻り、ウエハWの上方に順次投影光学系PL、及びレチクルRが配置され、投影光学系PLは、定盤3に固定された不図示のコラムに支持され、レチクルRは、そのコラムに固定されたレチクルベース23上に移動自在に載置されたレチクルステージ22上に保持されている。また、そのコラムの上部に例えばその投影露光装置が収納されたチャンバの外部に設置された露光光源からの露光光の照度分布を均一化するフライアイレンズ、可変視野絞り（レチクルブラインド）、及びコンデンサレンズ等からなる照明光学系24が配置され、露光時には照明光学系24からの露光光ILがレチクルRのパターン領域を、例えばX方向に細長い矩形の照明領域で照明する。露光光ILとしては、水銀ランプのi線等の輝線の他に、KrF（波長248nm）、若しくはArF（波長193nm）等のエキシマレーザ光、更には軟X線等が使用できる。

また、レチクルステージ22の2次元的な位置を計測するレーザ干渉計（不図示）も設けられ、このレーザ干渉計の計測値、及び装置全体の動作を統轄制御する主制御系51からの指令に応じてステージ制御系52が、リニアモータ方式でレチクルステージ22の動作を制御する。同様に、第2図のレーザ干渉計21XA, 21XB, 21Yの計測値も第1図のステージ制御系52に供給され、その計測値、及び主制御系51

からの指令に応じてステージ制御系 5 2 は、ウエハステージ側の 2 軸の X 軸リニアモータ 1 0 A, 1 0 B、及び 2 軸の Y 軸リニアモータ 2 6 A, 2 6 B の動作を制御する。即ち、露光時には、ウエハ W 上の一つのショット領域への露光が終了すると、X 軸リニアモータ 1 0 A, 1 0 B、及び Y 軸リニアモータ 2 6 A, 2 6 B をステッピング駆動して次のショット領域を走査開始位置に移動した後、Y 軸リニアモータ 2 6 A, 2 6 B を定速駆動すると共にレチクルステージ 2 2 を同期して駆動することによって、レチクル R とウエハ W とを投影光学系 P L に対して Y 方向に投影倍率を速度比として同期走査するという動作がステップ・アンド・スキャン方式で繰り返されて、ウエハ W の各ショット領域への露光が行われる。なお、投影露光装置としては、本例のようなステップ・アンド・スキャン方式の代わりに、ステッパーのような一括露光方式が使用される場合にも本発明は適用される。

さて、第 2 図に示すように本例のウエハステージの試料台 1 5 (ウエハ W) は、X 方向には 2 軸の X 軸リニアモータ 1 0 A, 1 0 B によって駆動され、Y 方向にも 2 軸の Y 軸リニアモータ 2 6 A, 2 6 B によって駆動されている。そして、試料台 1 5 を例えば X 方向に駆動する際には、対応する X 軸リニアモータ 1 0 A, 1 0 B の可動子 1 1 A, 1 1 B に目標とする加速度 (減速する場合も含む) に比例する推力が付与されるが、その際に反作用によってその推力と方向が逆で同じ大きさの力 (以下、「反力」と呼ぶ) が対応する固定子 1 2 A, 1 2 B に働く。同様に、試料台 1 5 を Y 方向に駆動する際には、対応する Y 軸リニアモータ 2 6 A, 2 6 B の可動子 1 7 A 等に目標とする加速度に比例する推力が付与され、その推力と方向が逆で同じ大きさの反力が対応する固定子 1 6 A, 1 6 B に働く。従って、仮に制動機構が無い場合には、それらの反力が固定子 1 2 A, 1 2 B、又は 1 6 A, 1 6 B から定盤 3 に作用して振動が発

生し、試料台 15 の加減速終了後もその振動が残留して、試料台 15 の位置決め精度、又は走査露光時の定速制御性が悪化してしまう。

このような位置決め精度、及び定速制御性の悪化を防止するために、本例の投影露光装置のウエハステージには X 軸、及び Y 軸の制動機構が備えられている。まず、X 軸の制動機構の一部は、第 2 図に示すように、X 軸リニアモータ 10 A、10 B の固定子 12 A、12 B の反力の発生方向に移動自在な直動ガイド 13 A、13 B である。また、ベース 1 の -X 方向の側面に制動フレーム 35 が固定され、制動フレーム 35 には、固定子 12 A、12 B の -X 方向の端部ではほぼ固定子 12 A、12 B の上面に対向している凸部 35 a、35 b が設けられ、凸部 35 a 及び 35 b の底面にそれぞれ、X 軸リニアモータ 10 A 及び 10 B の可動子 11 A 及び 11 B とほぼ同一構成でコイルを備えた X 制動部材 36 A 及び 36 B が固定され、X 制動部材 36 A 及び 36 B の先端部はそれぞれコの字型の固定子 12 A 及び 12 B の内部に非接触に挿入されている。以上の直動ガイド 13 A、13 B、制動フレーム 35、及び X 制動部材 36 A、36 B より X 軸の制動機構が構成されており、X 制動部材 36 A 及び 36 B は、リニアモータ方式で固定子 12 A、12 B に対して所望の制動力を発生する。

第 5 図は、第 1 図に示すステージ制御系 52 の詳細な構成を示し、この第 5 図において、ステージ制御系 52 は、ウエハステージ駆動系 53 と、レチクルステージ駆動系 54 と、各種のドライバとを備えている。そして、ウエハステージ側の 3 軸のレーザ干渉計 21 X A、21 X B、21 Y の計測値がウエハステージ駆動系 53 に供給され、ウエハステージ駆動系 53 には更に主制御系 51 からウエハステージ（試料台 15）の目標位置や移動速度等の指令値が供給されている。これらの情報に応じてウエハステージ駆動系 53 は、第 2 図の X 軸リニアモータ 10 A、

10 B及びY軸リニアモータ26A, 26Bで発生する推力を設定し、これらの推力の情報をフィードフォワード系でドライバ55A, 55B及び56A, 56Bに供給する。また、ウエハステージ駆動系53は、同期情報をレチクルステージ駆動系54に供給し、レチクルステージ駆
5 動系54はウエハステージに同期してレチクルステージを駆動する。

ウエハステージ側のドライバ55A, 55B及び56A, 56Bは、設定された推力を発生するように対応する可動子11A, 11Bのコイル、及び固定子16A, 16Bのコイルへの駆動電流を供給する。この
10 際に、X軸のドライバ55A, 55BへのX軸の推力の情報はX軸の制
動用のドライバ57A, 57Bにも供給され、ドライバ57A, 57B
は対応するX制動部材36A, 36Bのコイルに対してそのX軸の推力
と同じ大きさで逆向きの推力を発生するための電流を供給する。

第6図は、第2図のウエハステージを-Y方向に見た簡略化した側面
図であり、この第6図において、仮に第2図の試料台15を+X方向に
15 駆動するために、X軸リニアモータ10Aの可動子11AにX方向への
推力 F_{XA} が付与される場合、対応する固定子12Aには反力 $-F_{XA}$
(-X方向に向かう反力 F_{XA})が作用する。同時に、X制動部材36
Aから固定子12Aに対して作用する制動力 D_{XA} は、その反力と逆向
きで大きさの同じX方向への推力 F_{XA} となるため、固定子12Aには
20 X方向への力が作用することがなく、固定子12Aは静止した状態を維
持する。特に、本例では反力 $-F_{XA}$ と制動力 D_{XA} とがほぼ同一直線
上にあるため、モーメントや固定子12Aを変形させようとする力等が
発生することがなく、可動子11Aの加減速時に微少な振動等が生じる
こともない。

25 また、仮に可動子11Aに推力が付与されるタイミングに対して、X
制動部材36Aによって固定子12Aに制動力が付与されるタイミング

- が僅かにずれたとしても、又は、固定子 1 2 A に発生する反力の大きさに対して X 制動部材 3 6 A によって固定子 1 2 A に与えられる制動力の大きさが僅かに異なったとしても、直動ガイド 1 3 A によって固定子 1 2 A が X 方向にずれるため、定盤 3 に振動が生じることはない。従って、
- 5 X ステージ（可動子 1 1 A, 1 1 B）の加減速に拘らず定盤 3 は静止しており、X ステージの位置制御や速度制御が高精度に行われる。

- 第 2 図に戻り、X 軸リニアモータ 1 0 A, 1 0 B が駆動されていない期間では、一例として通常は X 制動部材 3 6 A, 3 6 B によって固定子 1 1 A, 1 1 B が静止状態を維持するようにしておく。また、不図示で
- 10 あるが、固定子 1 2 A, 1 2 B と、定盤 3 との X 方向の相対位置を大まかに検出する光学式、又は静電容量式等のエンコーダが配置されており、このエンコーダの計測値も第 5 図のウエハステージ駆動系 5 3 に供給されている。そして、例えば X 軸リニアモータ 1 0 A, 1 0 B が駆動されない期間内で、固定子 1 2 A, 1 2 B と、定盤 3 との X 方向の相対位置
- 15 が予め定めてある目標範囲から外れているときには、ウエハステージ制御系 5 3 は、その相対位置がその目標範囲内になるように不図示の制御ラインを介して X 制動部材 3 6 A, 3 6 B を駆動しておく。これによって、固定子 1 2 A, 1 2 B の位置が次第にずれることがなくなる。

- 次に、Y 軸の制動機構について説明する。先ず第 1 図に示すように、
- 20 Y ガイドバー搬送体 5 と共に X 方向に移動する連結部材 9 に、コイルを備えた可動子 3 2 が固定され、可動子 3 2 の先端部を非接触に覆うように断面形状がコの字型の固定子 3 3 が X 方向に沿って配置され、固定子 3 3 はベース 1 の + Y 方向の側面に固定された 2 つの制動フレーム 3 4 A, 3 4 B に固定されている。可動子 3 2、及び固定子 3 3 より Y 軸の
- 25 制動機構としての Y 制動モータ 3 1 が構成され、第 2 図に固定子 3 3 の一部を切り欠いて示すように、固定子 3 3 は、X 方向における可動子 3

2の全移動範囲で可動子32を覆うように配置されている。

第3A図は、第1図の可動子32及び固定子33よりなるY制動モータ31を示す一部を切り欠いた平面図、第3B図は第3A図の側面図であり、第3B図に示すように、固定子33は、コの字型に固定された3個のヨーク37、38A、38Bの一方の内面にY方向に極性が反転するように永久磁石39A、39Bを固定し、他方の内面に永久磁石39A、39Bに対向するように引き合う極性で永久磁石39C、39Dを固定して形成されている。従って、一方の1対の永久磁石39A、39Cの間に生じる磁束の方向は、他方の1対の永久磁石39B、39Dの間に生じる磁束の方向と逆になっており、これら2対の永久磁石の間に可動子32が非接触に挿入されている。

第3A図に示すように、可動子32の内部には、コイル32aが矩形状に複数回巻回されている。この場合、コイル32aに流れる電流 I_Y は、1対の永久磁石39A、39Cの間と、別の1対の永久磁石39B、39Dの間とで+X方向、又は-X方向に互いに逆になっており、仮に永久磁石39A、39Cの間で可動子32にY方向にローレンツ力よりなる制動力 $D_Y/2$ が作用すると、永久磁石39B、39Dの間でも可動子32にY方向にローレンツ力よりなる制動力 $D_Y/2$ が作用する。そのローレンツ力は電流 I_Y に比例するため、電流 I_Y の制御によって合計で D_Y の制動力の方向、及び大きさを任意に制御できる。

そのため、第5図において、ウエハステージ駆動系53からY軸のドライバ56A、56Bに供給される推力の情報はドライバ58にも供給されている。ドライバ58は、そのローレンツ力よりなる制動力 D_Y が、2軸のY軸リニアモータ26A、26Bの可動子16A、16Bに与えられる推力の合計値 F_Y によって、可動子32に働く反力と方向が逆で大きさが同じになるように、可動子32のコイル32aに供給される電

流 I Y を設定する。

この結果、第 1 図において、Y 軸リニアモータ 2 6 A, 2 6 B (第 2 図参照) によって可動子 1 7 A 等 (試料台 1 5) に Y 方向に推力 F_Y が働くものとする、固定子 1 6 A, 1 6 B (第 2 図参照)、及び連結部
5 材 9 を介して Y 制動モータ 3 1 の可動子 3 2 には反力 $-F_Y$ ($-Y$ 方向への大きさが F_Y の反力) が働く。これに対応して、Y 制動モータ 3 1 によって可動子 3 2 にはその反力と逆向きで大きさが同じ Y 方向への制動力 D_Y が作用するため、可動子 3 2、ひいては定盤 3 には Y 方向への振動は生じない。Y 軸の制動機構においても、Y 軸リニアモータ 2 6 A,
10 2 6 B によって生ずる反力と、Y 制動モータ 3 1 によって付与される制動力とはほぼ同一平面上にあるため、大きなモーメントや変形力等が生ずることはない。

この際に、第 2 図において、試料台 1 5 の X 方向の位置が変化しても、可動子 3 2 は固定子 3 3 の中に収まっており、可動子 3 2 には常に Y 方
15 向への反力を相殺するような制動力を付与できる。従って、X ステージの X 方向の位置に拘らず、Y ステージを Y 方向に加減速する際にも定盤 3 は静止しており、その Y ステージ、ひいては試料台 1 5 の位置制御や速度制御が高精度に行われる。

なお、第 3 A 図及び第 3 B 図の Y 制動モータ 3 1 は、第 4 A 図及び第
20 4 B 図に示すように、永久磁石とコイルとを逆にしてもよい。

即ち、第 4 A 図は Y 制動モータ 3 1 の別の構成例を示す平面図、第 4 B 図はその側面図であり、第 4 B 図に示すように、この変形例の可動子 3 2 A は、コの字型に固定された 3 個のヨーク 4 0, 4 1 A, 4 1 B の一方の内面に Y 方向に極性が反転するように永久磁石 4 2 A, 4 2 B を
25 固定し、他方の内面に永久磁石 4 2 A, 4 2 B に対向するように引き合う極性で永久磁石 4 2 C, 4 2 D を固定して構成されている。そして、

これら 2 対の永久磁石の間に、可動子 3 2 A の全移動範囲を覆うように X 方向に長い固定子 3 3 A が非接触で挿入されている。

第 4 A 図に示すように、固定子 3 3 A の内部には、コイル 3 3 A a が矩形状に複数回巻回されている。従って、この変形例でも、そのコイル 3 3 A a に通電すると、永久磁石 4 2 A, 4 2 C の間で固定子 3 3 A に発生するローレンツ力と、永久磁石 4 2 B, 4 2 D の間で固定子 3 3 A に発生するローレンツ力とは同じ方向になり、それらの合計のローレンツ力の反力が可動子 3 2 A に制動力として作用する。その制動力で可動子 3 2 A に働く反力 F Y を相殺することで、Y 方向の振動を抑制できる。

10 なお、上記の実施形態では、X 軸の制動機構として、X 軸リニアモータ 1 0 A, 1 0 B の可動子 1 1 A, 1 1 B と同等の X 制動部材 3 6 A, 3 6 B を用いたが、制動力の付与対象となる固定子 1 2 A, 1 2 B は、直動ガイド 1 3 A, 1 3 B を介して定盤 3 に X 方向に移動自在に連結されているため、X 軸リニアモータ 1 0 A, 1 0 B から X ステージに与える推力と、X 制動部材 3 6 A, 3 6 B から固定子 1 2 A, 1 2 B に与える制動力との大きさの相違やタイミングのずれ量が大きくなっても、定盤 3 には X 方向への力が作用しない。従って、より自由度の高い、あるいは安価な構成が採用可能である。以下では、このような X 軸の制動機構の他の実施形態につき説明するが、説明の便宜上、一方の X 軸リニア
15 モータ 1 0 A の固定子 1 2 A を制動する機構についてのみ説明する。

[第 2 の実施形態]

第 7 図は、X 軸の制動機構の第 2 の実施形態を示し、第 6 図に対応する部分に同一符号を付して示すこの第 7 図において、一方の X 軸リニアモータ 1 0 A (第 2 図参照) の固定子 1 2 A が直動ガイド 1 3 A を介して X 方向に移動自在に定盤 3 上に載置されている。そして、固定子 1 2 A の - X 方向の端部に X 方向に伸びた円筒状の絶縁体 6 2 が固定され、
25

この絶縁体 6 2 にコイル 6 3 が巻回され、この絶縁体 6 2 の中に円柱状の永久磁石 6 1 が非接触で挿入され、永久磁石 6 1 はベース 1 上に固定された制動フレーム 3 5 A に固定されている。本例では、永久磁石 6 1 及びコイル 6 3 より制動機構としてのボイスコイルモータが構成され、
5 このボイスコイルモータによって、固定子 1 2 A に働く反力 $-F_X A$ を打ち消すような制動力 $F_X A$ が付与される。このように X 軸の制動機構としてボイスコイルモータを用いる実施形態は、X 軸の駆動機構としてムービングマグネット型のリニアモータを使用する場合に特に有効である。

10 [第 3 の実施形態]

第 8 図は、X 軸の制動機構の第 3 の実施形態を示し、第 6 図に対応する部分に同一符号を付して示すこの第 8 図において、X 軸リニアモータの固定子 1 2 A の $-X$ 方向の端部に X 方向に伸びた弾性変形可能な例えば金属よりなるロッド 6 4 B が固定され、ベース 1 に固定された制動フ
15 レーム 3 5 A にも、ロッド 6 4 B に対向するように X 方向に伸びた弾性変形可能な例えば金属よりなるロッド 6 4 A が固定され、ロッド 6 4 A と 6 4 B との間に粘弾性体 6 5 が介装されている。本例では、ロッド 6 4 A、6 4 B は弾性変形の範囲内で或る程度の回転、及び X 方向への伸縮を行うことができ、粘弾性体 6 5 は、それを挟むロッド 6 4 A、6 4
20 B の円板状の先端部のギャップ、X 軸に垂直な方向の位置、及びそれらの先端部の平行度等に対する余裕度を高める役割を果たしている。

従って、固定子 1 2 A に例えば $-X$ 方向への反力が作用すると、ロッド 6 4 A、6 4 B、及び粘弾性体 6 5 よりなる制動機構を介して制動フレーム 3 5 A にその反力が伝わり、その反作用として固定子 1 2 A に $+X$ 方向に実質的に同じ大きさの制動力が作用して、固定子 1 2 A は殆ど
25 X 方向に移動することがなく、定盤 3 にも振動等が生じない。

本例において、弾性体よりなるロッド 6 4 A, 6 4 B のみで固定子 1 2 A と制動フレーム 3 5 A とを接続した場合は、床振動や X ステージの加減速時の固定子 1 2 A に対する反力が制動フレーム 3 5 A に伝わり、この制動フレーム 3 5 A の振動が逆に固定子 1 2 A に伝わってきてしま
5 う。また、固定子 1 2 A が定盤 3 に対して自由に動ける X 方向の振動は定盤 3 には伝わらないが、Y 方向、Z 方向の振動は定盤 3 に伝わってしまう。これに対して、本例では粘弾性体 6 5 を介することで、Y 方向、Z 方向への振動成分も低減できる。

[第 4 の実施形態]

10 第 9 図は、X 軸の制動機構の第 4 の実施形態を示し、第 6 図に対応する部分に同一符号を付して示すこの第 9 図において、X 軸リニアモータの固定子 1 2 A の - X 方向の端部に回転自在なボールジョイント 6 6 B を介して、X 方向に伸びた弾性変形可能な例えば金属製のロッド 6 7 が接続され、ロッド 6 7 の他端は回転自在なボールジョイント 6 6 A を介
15 して制動フレーム 3 5 A に固定され、制動フレーム 3 5 A はベース 1 上に固定されている。

本例においても、固定子 1 2 A に生じる反力は、ロッド 6 7 を介して制動フレーム 3 5 A に伝わり、制動フレーム 3 5 A の反作用によって打ち消されるため、固定子 1 2 A はほぼ静止状態を維持する。しかも、ロ
20 ッド 6 7 は回転自在なボールジョイント 6 6 A, 6 6 B を介して接続されているため、Y 方向、Z 方向への振動成分も低減できる。

[第 5 の実施形態]

第 10 図は、X 軸の制動機構の第 5 の実施形態を示し、第 6 図に対応する部分に同一符号を付して示すこの第 10 図において、X 軸リニアモータの固定子 1 2 A の - X 方向の端部に X 方向に伸縮自在のベローズ 6
25 9 の一端を固定し、ベローズ 6 9 の他端をベース 1 上に固定された制動

フレーム 35A に固定する。更に、ベローズ 69 内に油等の液体を封入し、定盤 3 に固定されたベローズ保持体 68 によってそのベローズ 69 の中間部分を支持する。

本例では、固定子 12A に X 方向の反力が加わったときベローズ 69 の内部の液体の圧力が変化するが、ベローズ 69 に作用する液体の圧力は Y 方向及び Z 方向については釣り合っており、X 方向の力のみが制動フレーム 35A に伝わる。従って、固定子 12A の X 方向への反力が定盤 3 に伝わることなく、固定子 12A が X 方向に大きく移動することもない。

10 なお、本発明は上述の実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

例えば、上記実施形態のステージ装置は、投影露光装置のレチクルステージに適用することができる。第 11 図は、第 1 図の投影露光装置の変形例であり、ウエハステージのみならずレチクルステージにも非接触
15 の X 駆動装置であるリニアモータを設けてあり、さらに、このリニアモータを駆動する際に固定子に加わる反力を相殺する制動力を与える制動機構を設けて振動の発生を防止する。

この場合、ベース 1 上の適当な位置に 3 つの支柱 88 が固定され、これらの支柱 88 の上端には、エアダンパ、弾性バネ又はオイルダンパからなる 3 つの防振台 2 がそれぞれ固定される。これらの防振台 2 を介して、鏡筒定盤 83 が支柱 88 上に設置されている。投影光学系 PL は鏡筒定盤 83 に支持されており、レチクルステージ 122 が載置されるレチクル定盤 103 は、鏡筒定盤 83 に設けられたフレーム 84 に支持されている。ウエハステージ 15 が載置されるウエハ定盤 3 は、フレーム
25 86 を介して鏡筒定盤 83 に吊下げされて固定されている。ウエハステージ 15 の駆動機構の構造は、第 1 図及び第 2 図に示すものと同様であ

るので、同一部分には同一の符号を付して重複説明を省略する。照明光学系 24 は鏡筒定盤 83 に設けられたフレーム 82 に支持されている。

レチクル定盤 103 上には、固定子 112A、112B と可動子 11A、11B とからなる X 軸リニアモータ 10A、10B が配置されている。可動子 11A、11B は、連結部材 9 を介してレチクルステージ 122 に連結されている。レチクルステージ 122 は、図示を省略する X 軸方向の直動ガイドに案内されており、X 軸リニアモータ 10A、10B に駆動されて X 方向の前後に滑らかに移動する。なお、レチクルステージ 122 の X 方向の位置は、レチクルステージ 122 上に固定された移動鏡 119 と、レチクル定盤 103 に支持されて X 軸に平行なレーザビームを移動鏡 119 に照射するレーザ干渉計 121 とによって検出される。

固定子 112A、112B は、直動ガイド 13A、13B に案内されて X 方向の前後に摺動可能となっている。ベース 1 に固定された制動フレーム 35 には、固定子 112A、112B に非接触で制動力を与える X 制動部材 36A、36B が取り付けられている。

なお、レチクルステージ制御系 54 は、レーザ干渉計 121 の出力と、主制御系 51 からの指令とに基づいて、レチクルステージの可動子 11A、11B と X 制動部材 36A、36B とへの駆動電流の供給を制御する。レチクルステージ側の可動子 11A、11B と X 制動部材 36A、36B とを制御するための装置構成は、第 5 図に示すウエハステージの場合と同様のものになる。この際、Y 方向の駆動制御は行わないので、第 5 図においてドライバ 56A、56B に対応するレチクルステージの可動子 11A、11B 用のドライバと、ドライバ 57A、57B X に対応するレチクルステージの X 制動部材 36A、36B 用のドライバとを追加し、これらをレチクルステージ制御系 54 に接続することになる。

- 以上の装置において、レチクルステージ122を+X方向に駆動するために、可動子11A、11BにX方向への推力が付与されると、対応する固定子112A、112Bには反力が作用する。同時に、X制動部材36A、36Aから固定子112A、112Bに対して作用する制動力は、その反力と逆向きで大きさの同じX方向への推力となるため、固定子112A、112BにはX方向への力が作用することがなく、固定子112A、112Bは静止した状態を維持する。この際、反力と制動力とがほぼ同一直線上にあるため、モーメントや固定子112A、112Bを変形させようとする力等が発生することがなく、可動子11A、12Bの加減速時に微少な振動等が生じることもないので、レチクルを精密にX方向の所望の位置に駆動することができる。

請求の範囲

1. 定盤上に所定方向に移動自在に設置された可動テーブルを、前記定盤に対して前記所定方向に非接触型駆動手段を用いて駆動するステージ駆動方法であって、
- 5 前記非接触型駆動手段の固定子が前記定盤に対して移動自在に支持された状態で、前記可動テーブルに前記所定方向に推力を与えるときに前記固定子に対して制動力を与えることを特徴とするステージ駆動方法。
2. 請求の範囲第1項記載のステージ駆動方法であって、
前記固定子に対して与えられる制動力は、電磁力によって非接触で与
10 えられることを特徴とするステージ駆動方法。
3. 請求の範囲第1項記載のステージ駆動方法であって、
前記可動テーブルの位置及び移動速度の指令値に基づいて、フィード
フォワード系で、前記固定子に対して制動力を与えることを特徴とする
ステージ駆動方法。
15 4. 請求の範囲第1項記載のステージ駆動方法であって、
前記固定子の前記定盤に対する相対的な位置ずれを、前記非接触型駆
動手段が動作していないときに補正することを特徴とするステージ駆動
方法。
5. 請求の範囲第1項記載のステージ駆動方法であって、
20 前記可動テーブルに対して前記所定方向に交差する第2の方向に移動
自在に設置された第2の可動テーブルを前記可動テーブルに対して前記
第2の方向に第2の非接触型駆動手段を用いて駆動する際に、前記可動
テーブルとともに前記所定方向に移動する可動部材に対して当該可動部
材の前記所定方向での移動範囲に亘って前記第2の方向への制動力を与
25 えることを特徴とするステージ駆動方法。
6. 定盤と、

該定盤に対して所定方向に移動自在に設置された可動テーブルと、
前記定盤に対して前記可動テーブルを前記所定方向に駆動する非接触型駆動手段と、

- 前記非接触型駆動手段の固定子を前記定盤に対して前記所定方向に移動自在に支持する支持手段と、
- 5

所定のベースに設けられ、前記固定子に対して制動力を与える制動部材と

を備えることを特徴とするステージ装置。

7. 請求の範囲第6項記載のステージ装置であって、

- 10 前記非接触型駆動手段の固定子は、前記定盤に対して前記所定方向に直交する方向には移動しないように支持されており、前記ベースに設けられた前記制動部材は、前記ベース上に設けられたフレームと、該フレームに取り付けられ前記非接触型駆動手段の固定子に対して電磁力よりなる制動力を与える推力発生器と、を有し、前記推力発生器は、前記非
- 15 接触型駆動手段を介して前記可動テーブルを駆動する際に前記固定子に作用する反力を実質的に相殺する推力を前記制動力として発生することを特徴とするステージ装置。

8. 請求の範囲第6項記載のステージ装置であって、

- 前記制動部材を制御して、前記可動テーブルの位置及び移動速度の指令値に基づいて、フィードフォワード系で前記固定子に対して制動力を与える制御手段をさらに備えることを特徴とするステージ装置。
- 20

9. 請求の範囲第8項記載のステージ装置であって、

- 前記制御手段は、前記制動部材を制御して、前記固定子の前記定盤に対する相対的な位置ずれを前記非接触型駆動手段が動作していないときに補正することを特徴とするステージ装置。
- 25

10. 請求の範囲第6項記載のステージ装置であって、

前記非接触型駆動手段の固定子は、前記定盤に対して前記所定方向に直交する方向には移動しないように支持されており、前記ベースに設けられた前記制動部材は、前記ベース上に設けられたフレームと、該フレームに取り付けられ前記非接触型駆動手段の固定子に対して機械的な制動力を与える受動的制動器とを有することを特徴とするステージ装置。

1 1. 請求の範囲第 10 記載のステージ装置であって、

前記受動的制動器は、前記所定方向の同一直線上に延びる一对の金属ロッドと、当該一对の金属ロッドの先端間に挟まれた粘弾性体とを有することを特徴とするステージ装置。

10 1 2. 請求の範囲第 10 記載のステージ装置であって、

前記受動的制動器は、前記所定方向に延びる弾性変形可能な金属ロッドと、当該金属ロッドの両端に設けたボールジョイントとを有することを特徴とするステージ装置。

1 3. 請求の範囲第 10 記載のステージ装置であって、

15 前記受動的制動器は、伸縮自在のベローズに液体を封入したものであることを特徴とするステージ装置。

1 4. 請求の範囲第 6 項記載のステージ装置であって、

前記可動テーブルに対して前記所定方向に交差する第 2 の方向に移動自在に設置された第 2 の可動テーブルと、前記可動テーブルに対して前記第 2 の可動テーブルを前記第 2 の方向に駆動する第 2 の非接触型駆動手段と、前記可動テーブルに取り付けられて該可動テーブルと共に前記所定方向に移動する可動部材と、所定のベース上に固定されて前記可動部材の前記第 1 の方向での移動範囲に亘って前記可動部材に対して前記第 2 の方向への推力を与える制動部材とをさらに備えたことを特徴とするステージ装置。

1 5. 請求の範囲第 1 4 項記載のステージ装置であって、

前記制動部材は、前記可動部材の前記所定方向での全移動範囲に亘って前記可動部材に対向するように配置された固定部材を有し、前記可動部材と前記固定部材との間に、前記非接触型駆動手段を介して前記第2の可動テーブルを駆動する際に前記可動部材に作用する反力を実質的に

5 相殺する推力を発生することを特徴とするステージ装置。

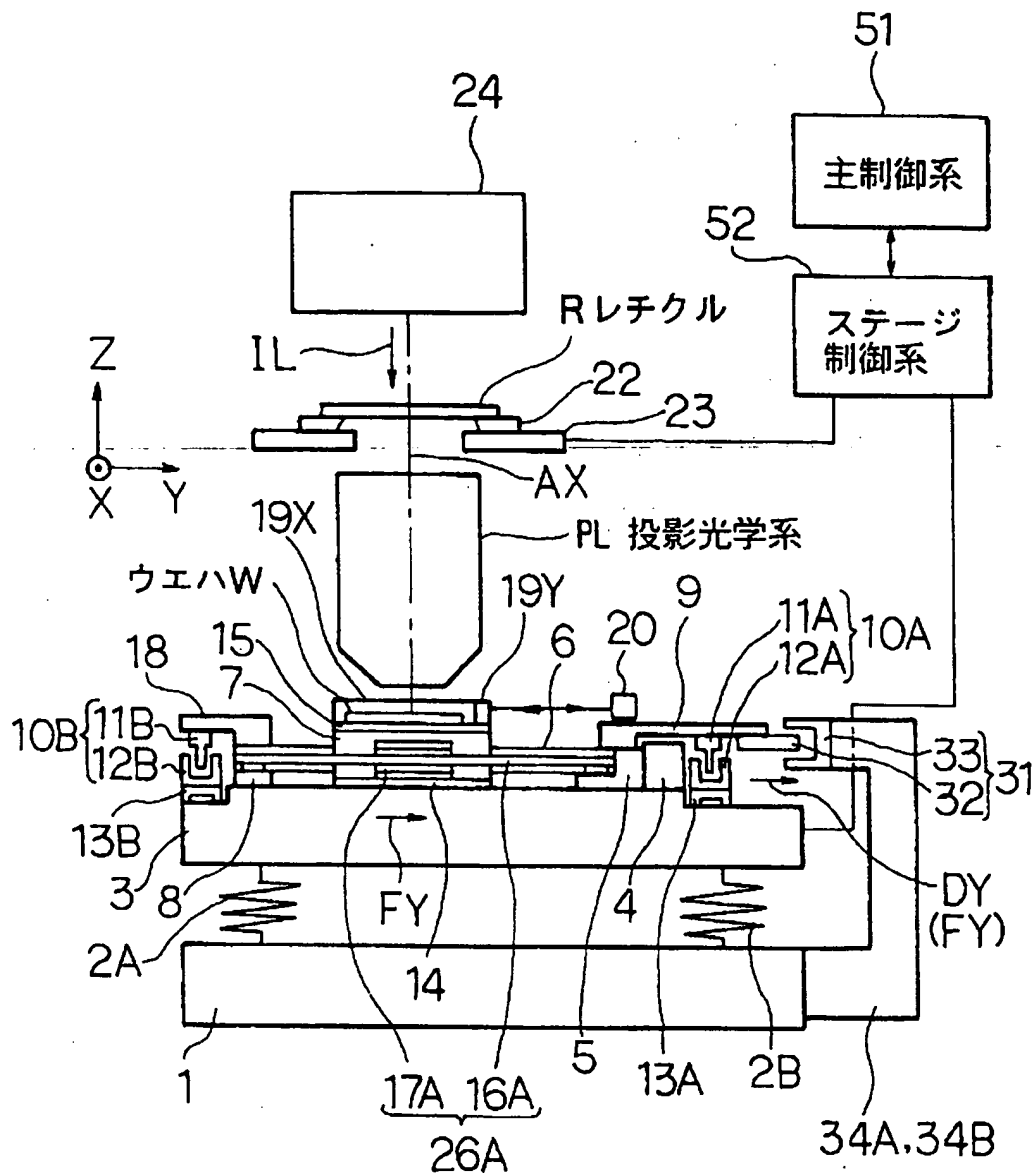
16. 請求項6記載のステージ装置上に載置された基板に、照明されたマスクに形成されたパターンを投影レンズを介して投影する露光装置。

17. 請求項6記載のステージ装置上に載置されたマスクを照明し、当該マスクに形成されたパターンを投影レンズを介して基板ステージ上の

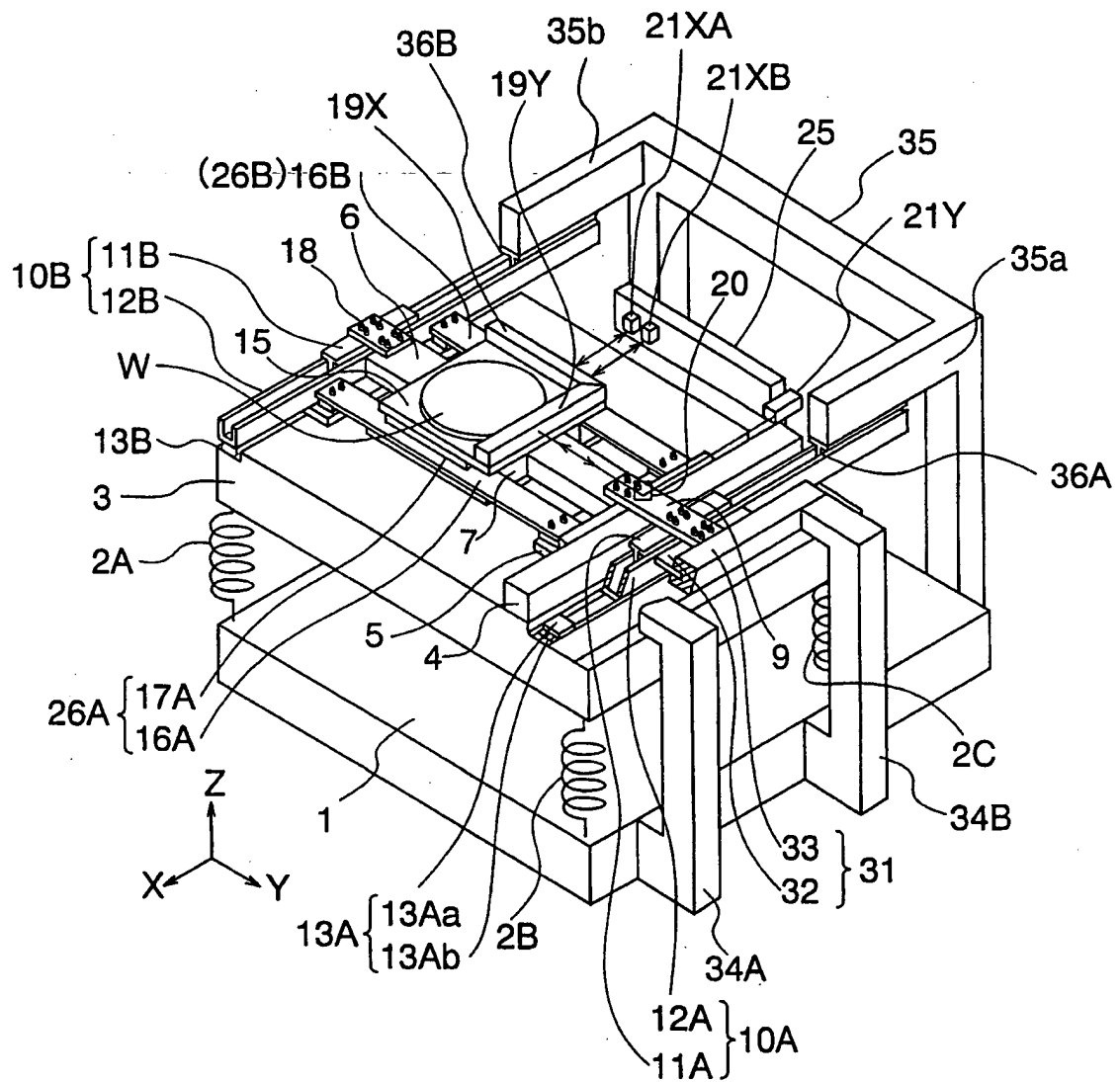
10 基板に投影する露光装置。

1/8

第 1 図

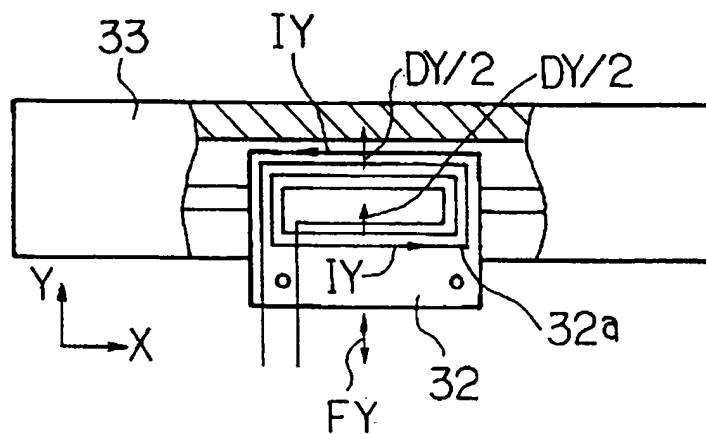


第 2 図

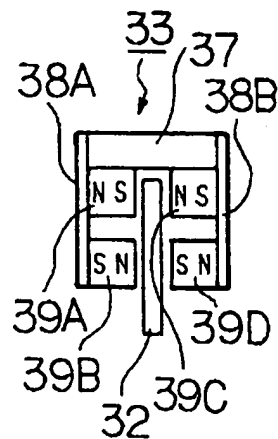


3/8

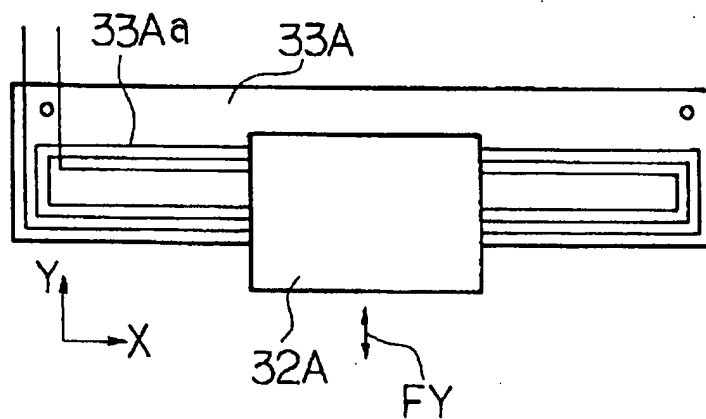
第 3 A 図



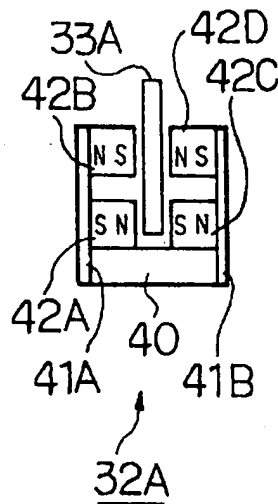
第 3 B 図



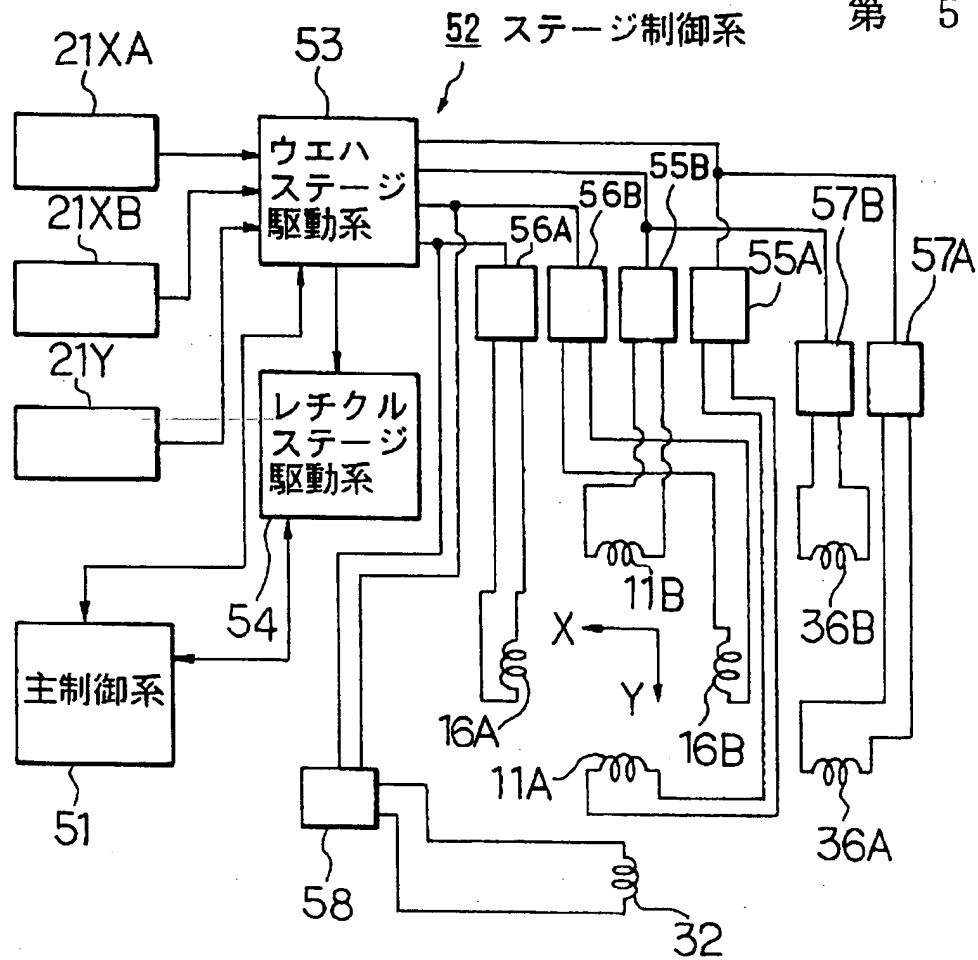
第 4 A 図



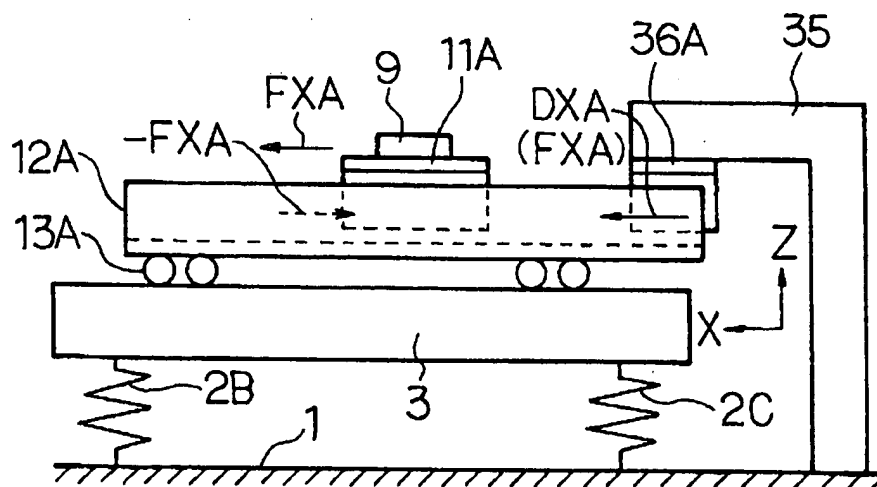
第 4 B 図



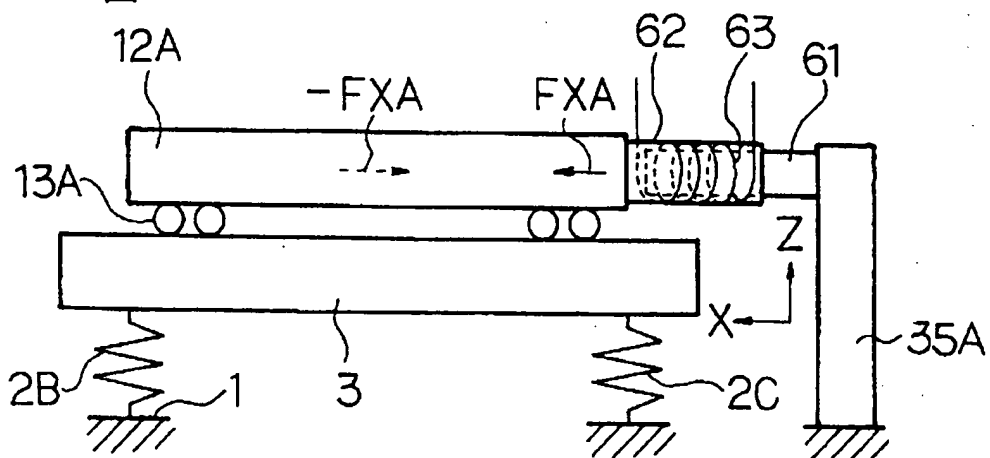
第 5 図



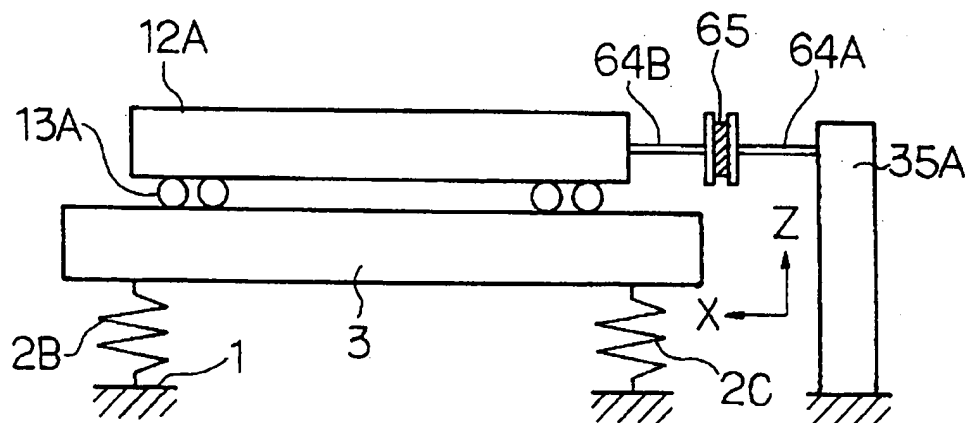
第 6 図



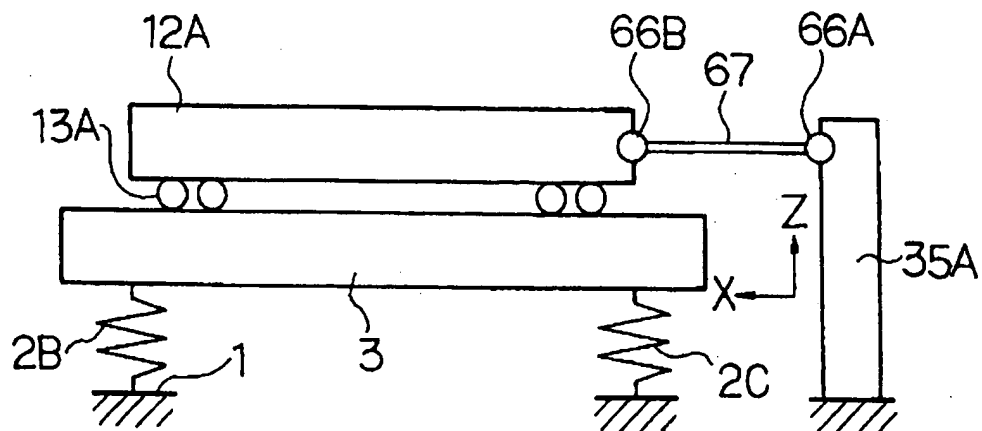
第 7 図



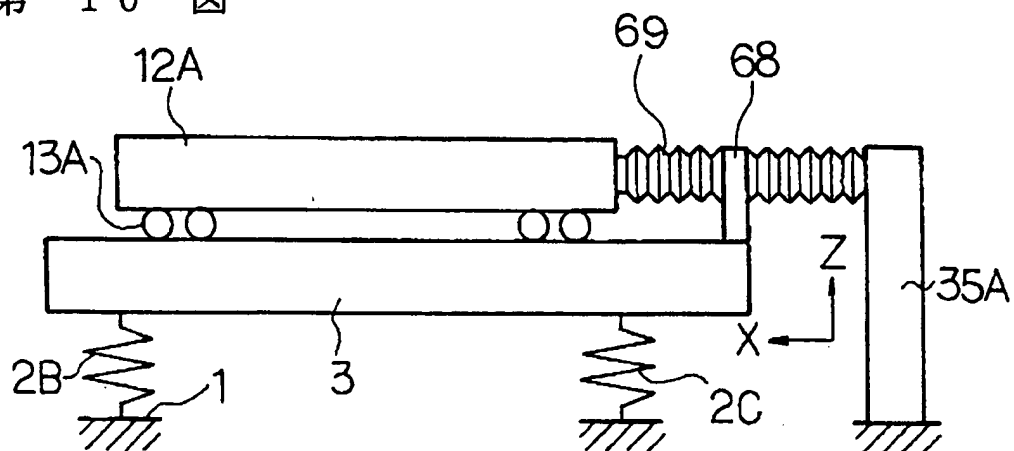
第 8 図



第 9 図

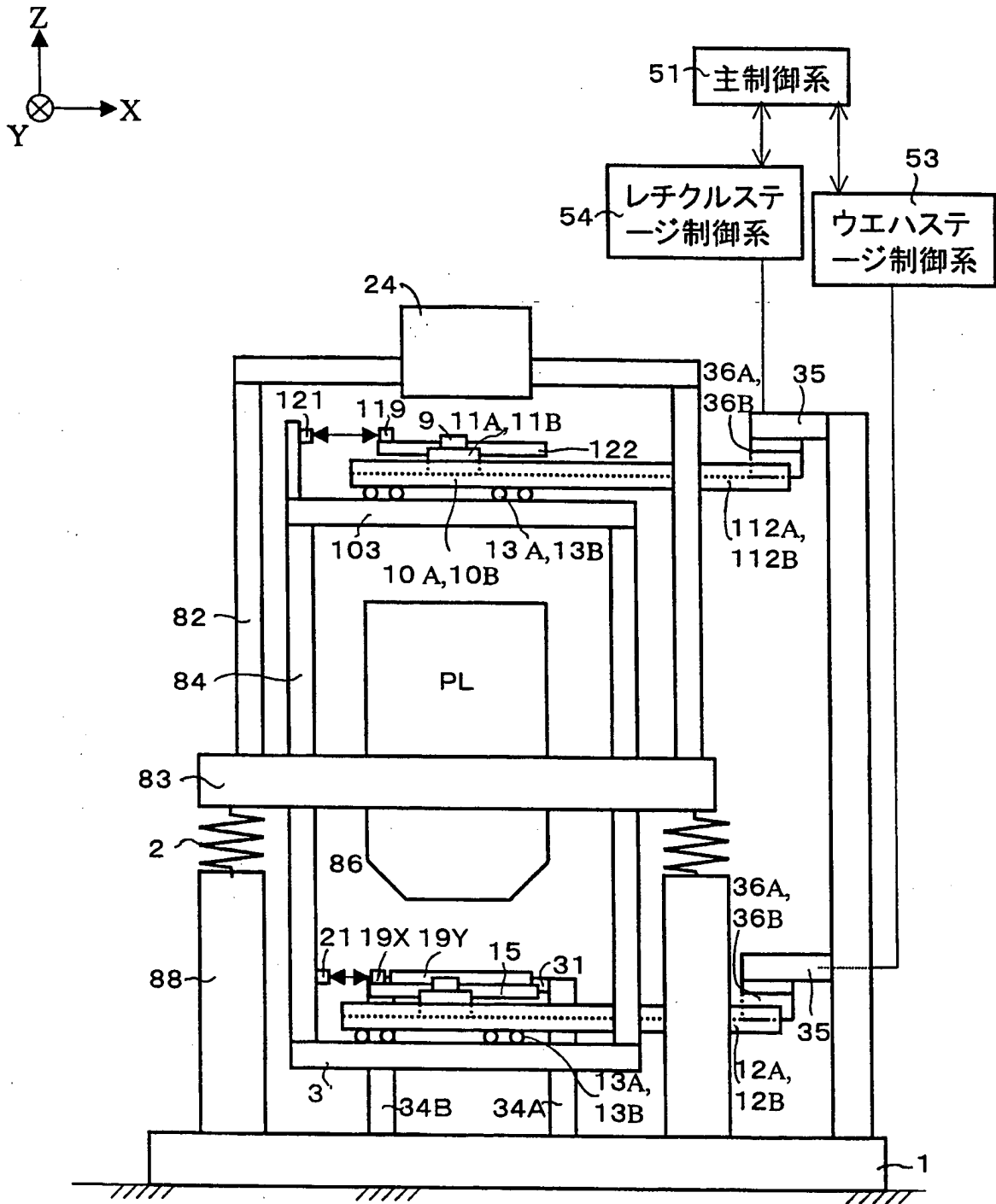


第 10 図

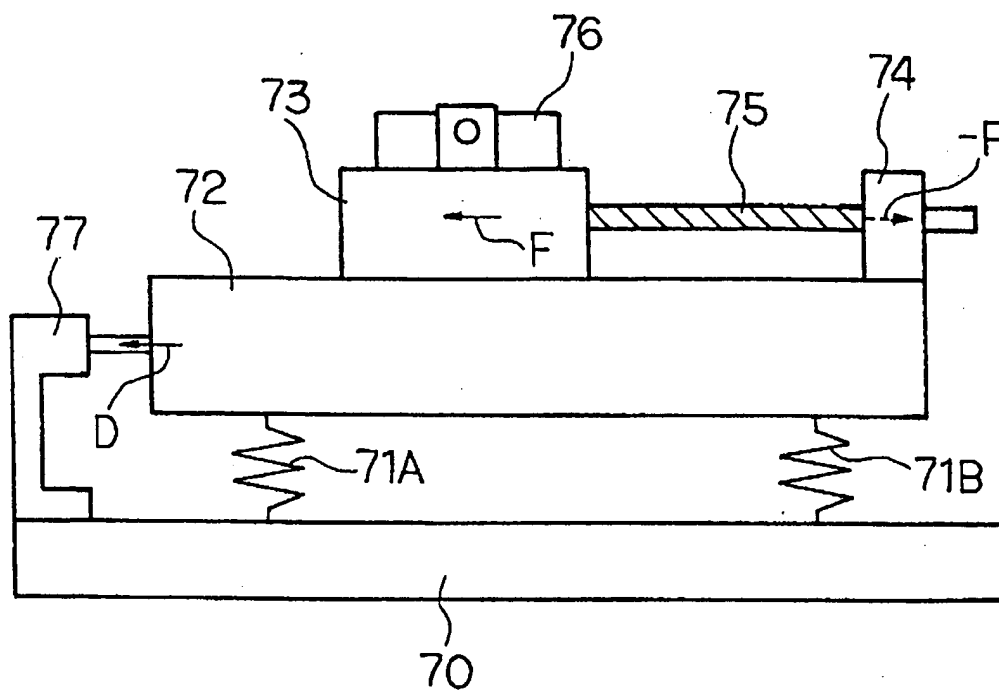


第 11 図

7/8



第 12 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/04264

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ G12B5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁶ G12B5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 7-325176, A (Nikon Corp.), 12 December, 1995 (12. 12. 95), Par. Nos. [0033] to [0056] ; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search
7 December, 1998 (07. 12. 98)

Date of mailing of the international search report
15 December, 1998 (15. 12. 98)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. cl.⁸ G12B5/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. cl.⁸ G12B5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-1998

日本国登録実用新案公報 1994-1998

日本国実用新案登録公報 1996-1998

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 7-325176, A (株式会社ニコン) 12. 12月. 1995 (12. 12. 1995) 段落番号【0033】-【0056】第1-2図 (ファミリーなし)	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 12. 98

国際調査報告の発送日

15.12.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山 川 雅 也 印

2 F

7708

電話番号 03-3581-1101 内線 3216